

Структурная схема преобразователя

Преобразователь найдет широкое применение в автоматизированных системах контроля и управления технологическими процессами в различных отраслях, где температура является определяющим технологическим параметром.

## Библиографический список

1. Нормирующие преобразователи // Техноавтоматика. URL: <http://www.tehnonn.ru/category/type/termometryi-elektricheskie/Normiruyushhie-preobrazovateli/> (дата обращения 20.10.2017).
2. ПНТ-a-Pro нормирующий преобразователь сигналов термопар, программируемый // НПО "Промавтоматика, приборы от А до Я". URL: <http://npo-proma.ru/katalog/techpribor/15374/182373/182437/?pos=2449711> (дата обращения 20.10.2017).

УДК 630.30

Студ. А.А. Харитонов  
Рук. С.П. Санников  
УГЛТУ, Екатеринбург

## **СИГНАЛИЗАТОР УРОВНЯ С АВАРИЙНЫМ, НИЖНИМ, СРЕДНИМ И ВЕРХНИМ УРОВНЯМИ**

Ультразвуковые датчики применяются в промышленности повсеместно: от автоматики в конвейерных лентах до реализации ориентирования промышленных роботов, также ультразвуковые датчики можно использовать в взрывоопасных средах, так как отсутствует возможность возникновения

искры. Ультразвуковые датчики отлично подходят для определения уровня как в сыпучих, так и в жидких средах.

Определение состояния уровня в емкости и сигнализация о нем – ответственный процесс в АСУ ТП. Жидкость из подконтрольной емкости может быть охлаждающей в каком-либо процессе, будь это автоматизированная сварка с жидкостным охлаждением горелки либо охлаждение реактора в АЭС. В любом случае отсутствие важной жидкости в любом технологическом процессе может привести к самым разным, но всегда неблагоприятным последствиям.

Разработанный нами прибор на базе уже существующих хорошо зарекомендовавших себя в промышленности компонентов состоит из ультразвукового датчика, схемы управления, GSM-модуля и блока световой сигнализации. Аналоговый выход датчика с унифицированным аналоговым выходом 4–20 мА «токовая петля» позволит достаточно точно определить нужные положения контролируемого вещества. Порог для каждого уровня будет установлен программно в схеме управления.

Сигнализатор, показанный на рис. 1, состоит из ультразвукового датчика, блока управления, блока индикации и блока ввода/вывода.

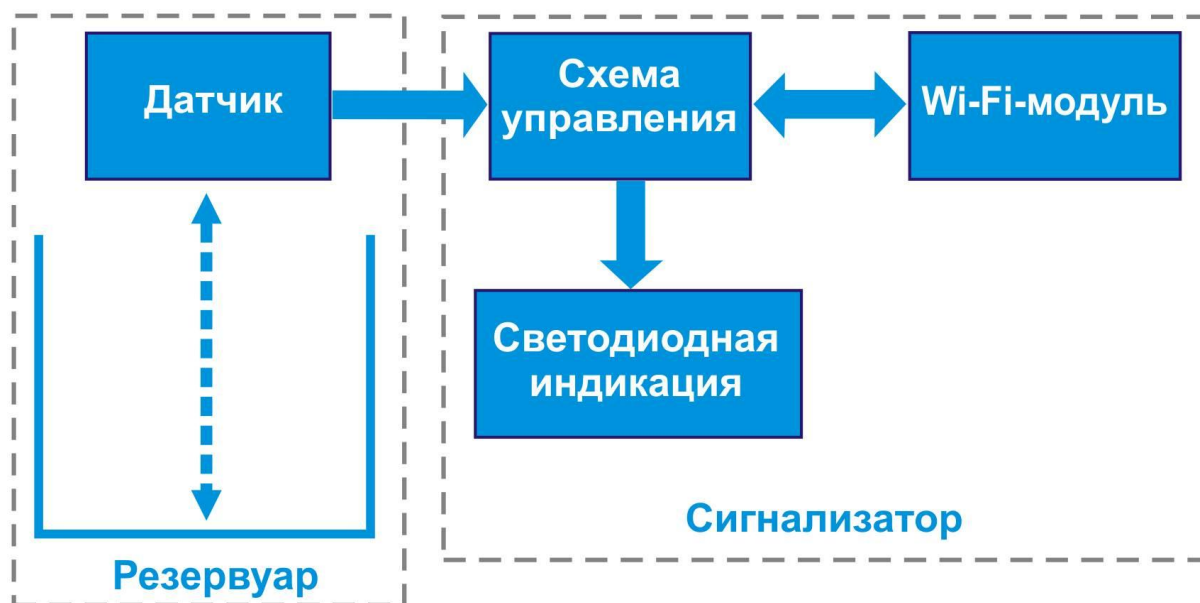


Рис. 1. Структурная схема сигнализатора уровня

Датчик устанавливается в крышке резервуара строго перпендикулярно дну емкости. От уровня контролируемой среды зависит величина выходного сигнала – чем меньше уровень, тем выше сигнал на выходе. Величину этого сигнала будет фиксировать микроконтроллер ATMEЛ на базе Arduino, и в зависимости от показаний датчика он обрабатывает записанную в него программу, а именно возбуждение нужного светодиода на

панели первичной индикации и передачу значения по каналам коммуникации.

Все вышеперечисленное поможет расширить область применения датчика, а низкая стоимость, простота монтажа и информативность позволят сделать его более привлекательным для применения на промышленных предприятиях.

Ультразвуковые датчики имеют маленькую погрешность, что может потребоваться далеко не в каждом технологическом процессе, но сделает устройство более универсальным. Сигнализатор будет обладать общепринятым промышленным интерфейсом RS-485, а также GSM-модулем. Последний позволит отправлять информацию об уровне заполнения емкости не только по промышленному интерфейсу в операторскую на НМІ, но и дежурному технологу, КИПовцу напрямую на смартфон.

Предполагается использовать отечественный датчик производства компании ЗАО СЕНСОР, расположенной в Екатеринбурге, а именно датчик серии ВБУ. Стандартный вариант исполнения датчика возможен с максимальной зоной чувствительности до двух метров, что ставит под вопрос универсальность и полезность всего устройства в целом, однако есть возможность получить удовлетворяющий по параметрам датчик под заказ.

Схема управления (рис. 2), коммуникации и визуальной сигнализации будет разработана самостоятельной на микроконтроллере ATME8, реализованной в рамках микроконтроллера Arduino. Хотя Arduino и не назвать промышленным контроллером, но с поставленной задачей вместе с модулями расширения устройство справится. Высокой степени защищенности, соответствующей мировому стандарту IP, можно добиться, поместив микроконтроллер в герметичный корпус.

**Работа алгоритма сигнализирования.** Микроконтроллер имеет встроенные аналоговые и цифровые, в том числе с ШИМ, входы/выходы. Выход ультразвукового датчика будет подключен к аналоговому входу микроконтроллера А0. Входной сигнал в виде «токовой петли» 4–20 мА на входе А0 будет преобразован в числовые значения от 0 до 1023, где 0 соответствует 4 мА, а 1023 — 20 мА, что будет соответствовать верхнему уровню наполнения, а средний, нижний и аварийный уровни прописываются в программе вручную. К примеру, средний уровень наполнения резервуара соответствует 13 мА на выходе датчика, что соответствует числу 665. При достижении на аналоговом входе этого значения в программе будет выполнена соответствующая команда. GSM-модуль будет отправлять СМС-уведомление на телефон дежурного при аварийном уровне в резервуаре.

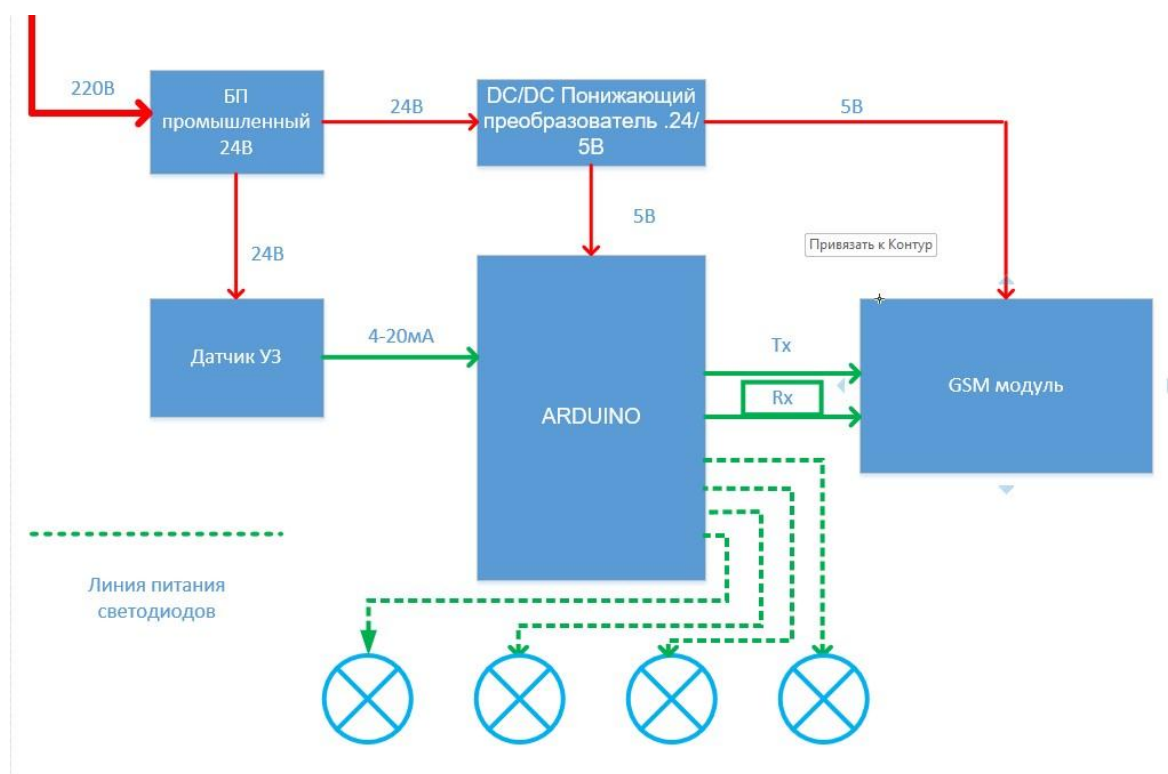


Рис. 2. Схема управления сигнализатора уровня

Сигнализатор может быть помещен в резервуары различного объёма, следовательно, и расположение уровней сигнализации будет варьироваться. Так как принцип работы ультразвукового датчика – это временной промежуток с момента излучения ультразвуковой волны до возврата отраженной в приемник, то для универсальности датчика необходимо учитывать тип вещества в емкости, объем, длину ультразвуковой волны, излучаемой датчиком, и множество других факторов, влияющих на время возврата в приемник ультразвуковой волны.

С учетом всех вышеперечисленных факторов выявлено два возможных варианта решения данной задачи (рис. 3):

1) при первом запуске сигнализатора будет предложен ввод данных для расчёта времени возврата ультразвуковой волны по заранее записанному математическому алгоритму (рис. 3, а);

2) второй вариант заключается в калибровочном заполнении резервуара до сигнализируемого уровня и последующей записи времени возврата волны в энергонезависимую память EEPROM. Полученные данные будут использованы в работе алгоритма сигнализирования (рис. 3, б).

При реализации первого варианта потребуются большие ресурсы от микроконтроллера для хранения большого количества данных и постоянного, быстрого расчета параметров. Нами будет реализован второй вариант решения данной проблемы.



а б  
Рис. 3. Алгоритмы работы сигнализатора уровня

### Библиографический список

1. Хорбенко И.Г. Звук. Ультразвук. Инфразвук. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Знание. 1986. – 192 с.
2. Микушин А.К. Цифровые устройства и микропроцессоры. СПб.: БХВ-Петербург. 2010. – 832 с.
3. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. М.: Горячая линия. Телеком. 2013. – 607 с.